Toxikologische Studien

über

Kalium- und Natriumchlorid.

INAUGURAL-DISSERTATION

welche

unter Zustimmung der hochlöblichen medicinischen Facultät zu Marburg

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe

einreicht und

am 21. December 1872

öffentlich vertheidigen wird

Franz Hermanns

aus Cöln am Rhein.

MARBURG.

Druck von C. L. Pfeil.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554412_0186

Im Jahre 1807 stellte Humphry Davy eine Reihe von Thatsachen fest, welche zu beweisen schienen, dass jedes der beiden caustischen Alkalien, sowohl das Aetz-Kali, als das Aetz-Natron, aus einer besonderen metallischen Grundlage, einem „metallischen Radical," und einem nicht metallischen Zünder bestände. Ob diese vermeintliche Entdeckung zu grösseren Reformen bezüglich der Auffassung der Kali- und Natronstoffe geführt haben würde, wenn sie für sich allein stehen geblieben wäre, ist sehr fraglich. Aber das Streben Davy's die Kali- und Natron-Salze als „Metallverbindungen," als „Metallsalze" hinzustellen, fand an Curandau die allergrösste Förderung. Diesem gelang es im Jahre 1808 metallisches Kalium und Natrium auf rein chemischem Wege durch starkes Glühen eines Gemenges von Pottasche und Kohle, bezw. eines Gemenges von Soda und Kohle darzustellen. Aber völlig zum Schweigen wurden die Gegner der Davy'schen Lehre erst dann gebracht, als die Einführung des Steinöls in die Technik der Darstellung und Gewinnung der Alkalimetalle die Darstellung grösserer Mengen desselben ermöglichte.

Die Isolirung der beiden Alkalimetalle, des metallischen Kaliums und Natriums war für die wissenschaftliche Auffassung der beiden Reihen von Stoffen, der Kali- und Natronstoffe von der grössten Bedeutung. Man hatte jetzt nicht mehr nöthig, wie früher, von Kochsalz und Sylvius'schem Digestivsalz, von cubischem und prismatischem Salpeter,

von Glaubersalz und Tartarus vitriolatus, von Soda und Pottasche, bezw. von Soda und Weinsteinsalz zu reden. Alle diese und viele andere schon längst bekannten und grösstentheils auch stark benutzten Salze wurden jetzt nach ihrer chemischen Constitution neu studirt, als stöchiometrische Verbindungen des metallischen Kaliums und Natriums aufgefasst und dem entsprechend mit den Namen belegt, welche noch jetzt die wissenschaftliche Chemie dafür benutzt.

Bei der neuen Durcharbeitung der damals bekannten Kali- und Natronstoffe konnte es nicht fehlen, dass auch die Eigenschaften derselben genau mit einander verglichen wurden. Man gelangte so zu der Einsicht, dass die chemischen Verbindungen des Kaliums denen des Natriums überaus ähnlich sind, dass die Uebereinstimmung der beiden Reihen der Stoffe überaus gross ist.

Noch hatten die Vertreter der Lehre vom Isomorphismus ihre Augen nicht auf die Verbindungen der Alkalimetalle gerichtet, als man schon anfing die gewonnenen Ergebnisse der chemischen Forschungen über die fixen Alkalien auch auf die Physiologie derselben zu übertragen. Wenn die Eigenschaften der Kalium- und Natriumverbindungen soviel Uebereinstimmendes besitzen, wie uns die Chemiker jetzt bewiesen haben, dann werden auch die physiologischen Wirkungen beider Reihen von Stoffen nicht sehr differiren, so muthmasste im 2. und 3. Decennium dieses Jahrhunderts mancher Physiologe, mancher Pharmakologe und mancher Arzt. In der That war diese Anschauung um das Jahr 1815 herum ganz allgemein angenommen.

Im Jahre 1817 edirte Prof. Kühn in Leipzig das von Voigtel verfasste grosse Werk das „vollständige System der gesammten Arzneimittellehre“. Wir lesen darin unter der Aufschrift „Chlorkalium“ folgendes[1]): „In seinen Wirkungen

1) II. Bd. 3. Abthl. S. 530—531.

ist es von dem salzsauren Natron gar nicht verschieden und wird desshalb nicht mehr gebraucht.“

Aehnliche Aeusserungen kommen auch anderwärts im Buche vor, die keinen Zweifel darüber lassen, dass Voigtel den Kalisalzen analoge Wirkungen wie den Natronsalzen zuschrieb.

Zu Anfang der 40er Jahre dieses Jahrhunderts stand die Lehre, dass die Wirkungen der Kalisalze denen der Natronsalze überaus ähnlich seien, noch völlig unerschüttert da. Um so geringeren Glauben fand eine Publication der Herrn Bouchardat und Stuart-Cooper[2]) vom Jahre 1846 bezüglich der Wirkung dreier Kalisalze, nämlich des Chlorkaliums, des Bromkaliums und des Jodkaliums, die bei einer ausgedehnten Experimentaluntersuchung sich als Gifte erwiesen haben sollten.

Die in der Mitte des 4. Decenniums in Deutschland erschienenen Lehrbücher der Arzneimittellehre fuhren fort wie früher zu behaupten, dass das Chlorkalium kaum anders wirke als das Chlornatrium, die Kalisalze kaum anders als die Natronsalze. Die erste Ausgabe von Oesterlen's Handbuch der Heilmittellehre enthält diese Behauptung völlig ungeschminkt.

Im Jahre 1847 publicirte Justus von Liebig[3]) einen Journalaufsatz über die Fleischflüssigkeit, in der er darauf aufmerksam machte, dass das Blut der Säugethiere reich an Natronsalzen und arm an Kalisalzen, die Musculatur dagegen arm an Natronsalzen und reich an Kalisalzen sei. Diese Mittheilung wurde nicht nur von den Chemikern, sondern auch von den Physiologen und Pharmakologen mit dem grössten Interesse gelesen. Man fing jetzt an daran zu zweifeln, ob fernerhin gelehrt werden dürfe, dass das Chlor-

---

2) Expériences sur l'action physiologique comparée de chlorure, bromure et jodure de potassium. Compt. rend. 1846. 26. Oct.

3) Annalen der Chemie und Pharmacie. 1847. Bd. 62. Heft 3.

kalium ein einfaches Substitut des Chlornatriums, die Kalisalze einfache Vertreter der Natronsalze seien.

Gerade unter dem Eindrucke dieser Zweifel schrieb Herr Prof. Falck sein Handbuch der diätetischen Heilmittellehre und darin die Artikel Chlorkalium und Chlornatrium. Ich glaube einen Theil des Artikels Chlorkalium hierher setzen zu müssen, weil unzweifelhaft damit ein Wendepunkt der Anschauungen bereitet wurde. Herr Prof. Falck sprach sich damals also aus [4]):

„Die Einwirkung des Chlorkaliums auf die Geschmacksorgane und den Magen ist der des Chlornatriums gleich zu achten. Wahrscheinlich trägt aber das Chlorkalium mehr zur Chymi- und Chylification bei als das entsprechende Natronsalz. In das Blut übergeführt, scheint das Chlorkalium alsbald theils von der Musculatur, theils von den Nieren aufgenommen zu werden. Wie Liebig gezeigt hat, enthält nämlich das Muskelfleisch Chlorkalium, während das Blut Chlornatrium führt, denn auf 100 Theile Natron im Ochsen kamen 5,9 Theile Kali im Blute und 279 Theile Kali im Fleische. Man ist hiernach berechtigt anzunehmen, dass das Chlorkalium eine bedeutende Rolle bei dem Stoffwandel in dem Muskelsystem spiele und in dieser Beziehung keineswegs durch Chlornatrium vertreten werden könne. Ueberhaupt scheint die Integrität des Blutes durch eine grössere Menge Chlorkalium gestört zu werden. Mischt man, wie Dumas zeigte, frisch geschlagenes Blut mit Chlorkalium und schüttelt es mit Sauerstoff, so zeigt sich, dass die Blutkörperchen das Vermögen Sauerstoff aufzunehmen eingebüsst haben. Sie bleiben dunkelviolett und zerfallen. Dazu kommt, dass ein Zusatz von Chlorkalium zu dem Blute, wie Poiseuille dargethan, ebenso den Blutlauf wie die Ausflussgeschwindigkeit des Wassers beschleunigt. Und somit erklären sich vielleicht einige Versuche, welche Bouchardat

4) S. 126.

und Stuart-Cooper mitgetheilt haben. Als diese Forscher 15 Grm. Chlorkalium einem Hunde durch die Speiseröhre einspritzten, starb derselbe nach 15 Minuten, als sie einem andern Hunde 0,5 Grm. durch eine Venenöffnung in das Blut spritzten, wurde das Thier eine ganze Woche lang krank; als sie 0,85 Grm. Chlorkalium einem dritten Hunde infundirten, starb er in Zeit von weniger als einer Minute; als sie einem Hunde 2,0 Grm. Chlorkalium in das Blut spritzten, starb er wie vom Blitz getroffen. Das Blut ward in den zwei letzten Infusionsversuchen als coagulirte Masse vorgefunden."

„Während das Chlorkalium mit dem Harne, der Milch und auf der Haut aus dem Thierkörper ausgeführt wird, findet es sich auch im Speichel- und Magensafte vor. Aber es ist bemerkenswerth, dass der Gehalt des Speichels an Chlorkalium, wie Wright berichtet, keineswegs mit dem Gehalte des Blutes an Chlorkalium wächst. Als nämlich Wright Chlorkalium in das Blut durch eine Vene spritzte, konnte er keineswegs dieses Salz im Speichel in grösserer Menge als sonst vorfinden."

Dass die hier ausgesprochenen Gedanken nicht ohne Einfluss auf Andere geblieben sind, ist nicht schwer nachzuweisen.

Im Jahre 1852 liess Prof. Clarus sein Handbuch der speciellen Arzneimittellehre erscheinen. Er besprach darin auch das Chlorkalium in einem besonderen Artikel und nahm die ganze Argumentation Falck's fast unverändert auf.

Auch Hofrath Prof. Dr. Werber in Freiburg liess um diese Zeit einen Theil seiner speciellen Heilmittellehre drucken. Er besprach darin auch das Chlorkalium und andere Kalium- und Natrium-Verbindungen. Der Inhalt dieser Ausführungen lässt nicht daran zweifeln, dass Werber bereit war, den Standpunkt Falck's in der Auffassung der Kali- und Natronsalze zu theilen.

Hatte die Discussion über die Wirkung der Kali- und Natronsalze im 4. Decennium unverkennbar an Ernst gewonnen, so hinderte das die Schriftsteller des 5. Decenniums nicht, wieder in das alte Geleise der Ungenirtheit einzutreten, oder anders ausgedrückt, leichtfertiges Gerede zu machen.

Auch in der 6. Ausgabe seines Handbuches der Heilmittellehre sprach sich Oesterlen wieder dahin aus, dass das Chlorkalium etwa wie Chlornatrium wirke und Schuchardt behauptete in seinem Handbuche der Arzneimittellehre, dass das Chlorkalium ganz analog dem Chlornatrium benutzt werden könne.

Schlimmer als diese und alle anderen Pharmakologen wirkte Professor Buchheim mit seinem Lehrbuch der Arzneimittellehre betreffs gewisser Alkalien auf die öffentliche Meinung. Er fasste das Chlornatrium mit dem Chlorkalium und dem Chlorammonium in eine pharmakodynamische Gruppe zusammen, die er auffallender Weise als Gruppe des Kochsalzes bezeichnete, und sprach sich in dem darauf bezüglichen Artikel also aus [5]); „Die Chlor-, Brom- und Jodverbindungen der Alkalien zeigen in ihren Eigenschaften ausserordentlich viel Uebereinstimmung, sowohl in Bezug auf ihre Krystallform und ihre Lösungsmittel, als auch in Bezug auf die Einwirkung zersetzender Agentien. Man kann daher häufig, ohne stark zu irren, aus dem Verhalten der einen Verbindung auf das einer andern Verbindung desselben Radicals schliessen. Wenn die so vielfach ähnlichen Eigenschaften dieser Stoffe für die Wirkung derselben von Bedeutung sind, so müssen auch ähnliche Wirkungen dadurch bedingt werden, und umgekehrt muss die Differenz der Wirkungen aus der Verschiedenheit der Eigenschaften resultiren.“ Schon diese Sätze lassen keinen Zweifel darüber, wie geneigt Buchheim damals war, die Wirkung der drei genannten Salze, wenn nicht für identisch, doch für höchst ähnlich zu halten.

---

5) S. 119.

Die weitere Ausführung des erwähnten Artikels stellt dies noch klarer heraus. Was Buchheim gar über die Wirkung grösserer Mengen von Chlorkalium sagt, lässt keinen Zweifel darüber, dass er sich die Unterschiede der Wirkungen der Chloride der fixen Alkalien äusserst gering dachte.

Im Jahre 1864 erschien eine Abhandlung der Herrn Bernard und Grandeau [6]), in welcher dargethan wurde, dass die Intensität der Wirkung der Kalisalze eine viel gewaltigere ist, als die der Natronsalze und dass die Kalisalze durchweg als Herzgifte aufzufassen seien. Diese Abhandlung wurde mit um so grösserem Interesse gelesen, als durch das Buchheim'sche Lehrbuch 10 Jahre lang eine ganz entgegengesetzte Ansicht vertreten worden war.

Dass eine solch widersprechende Arbeit, wie die eben erwähnte, zur Nacharbeit auffordern musste, begreift sich leicht. Und in der That wurden die Untersuchungen von Bernard und Grandeau bald von Anderen aufgenommen und weitergeführt.

In dieser Richtung ist zuerst Guttmann [7]) zu nennen, der bei einer ausgedehnten Arbeit etwa folgende Endresultate gewann:

Die Kalisalze sind sämmtlich gleich intensive Gifte, die je nachdem sie in das Blut oder an anderen Stellen des Organismus applicirt werden, in kürzerer oder längerer Zeit tödtlich wirken.

Sie wirken alle auf das Herz; in kleinen Dosen setzen sie die Herzthätigkeit herab durch die Erregung der Vagi, in grossen bewirken sie Herzstillstand durch Lähmung der musculomotorischen Apparate des Herzens.

---

6) Expériences sur l'action physiologique des sels de potassium et de sodium, injectés dans les veines. Journ. de l'anat. et de physiol. 1864. I. pag. 378.

7) Experimentelle Untersuchungen über die Wirkungen der Kali- und Natronsalze. Berlin. Klin. Wochenschr. 1865. Nr. 34. 35 u. 36.

Mit der Herabsetzung der Herzthätigkeit sinkt auch die Temperatur beträchtlich. Sie wirken intensiv schwächend auf das Centralorgan des Nervensystems; wirken schwach auf Muskeln und periphere Nerven.

Die Natronsalze sind in derselben Dosis wie die Kalisalze ganz indifferent, in sehr grossen Dosen haben sie den Tod zur Folge gehabt; ein augenfälliges Symptom ist eine grosse Muskelschwäche; sie haben keine Wirkung auf das Herz, die Nervencentren und Temperatur; sie bewirken Cataractbildung.

Ein Anderer, der sich die Wiederholung der Bernardschen Arbeit zur Aufgabe setzte, war Podcopaew. Er wurde zu dieser Untersuchung veranlasst durch Prof. Botkin in St. Petersburg, der auch seine Arbeit leitete. Die wichtigsten Resultate dieser Forschung, welche die Bernardschen bestätigen, sind von Podcopaew in Virchows Archiv [8]) mitgetheilt worden.

Im Jahre 1869 erschien eine unter der Leitung von Prof. Buchheim entstandene, von Weyland verfasste Dissertation [9]), in der auch die Kalisalze zum Gegenstande der Besprechung gemacht sind. Wir finden darin Seite 19 zunächst ein Resumé der jüngsten Arbeiten über die Wirkung der Kalisalze und weiterhin auch einige, jedoch nur mit Fröschen vorgenommene experimentelle Untersuchungen. Aus den Schlussbemerkungen dieser Dissertation hebe ich Folgendes hervor [10]): „Was die Kalisalze betrifft, so lässt sich deren Wirkung nach der von Herrn Prof. Buchheim aufgestellten Theorie, die allerdings noch experimentell bestätigt werden muss, erklären. Nach dieser Theorie stellt die contractile Substanz ein Kalialbuminat von bestimmten che-

8) Vergleichende Untersuchungen über die Wirkung des Chlorkalium und Chlornatrium auf den thier. Organismus. 1865. Bd. 33. S. 505—517.

9) Vergleichende Untersuchungen über Veratrin, Sabadillin, Delphinin, Emetin, Aconitin, Sanguinarin und Chlorkalium. Giessen 1869.

10) S. 47.

mischen und physiologischen Eigenschaften dar, welches durch vermehrte Zufuhr von Kalisalzen seine chemische Constitution und seine physiologischen Eigenschaften ändert und besonders seine Contractilität einbüsst.“ Ob es schon jetzt an der Zeit ist, eine Theorie der deletären Wirkung der Kalisalze aufzustellen, kann man bezweifeln. So lange noch nicht alle Thatsachen darüber festgestellt sind, muss jeder Versuch einer Erklärung zurückgewiesen werden.

Herr Prof. Falck, den ich um ein Thema zu einer Dissertation anging, hatte die Güte mir die zahlreichen Lücken nachzuweisen, die die Wissenschaft von der physiologischen Wirkung der Kali- und Natronsalze noch immer besitzt und forderte mich auf, zur Ausfüllung derselben Einiges beizutragen. Dieser gütigen Aufforderung entsprach ich um so lieber, als er mir zugleich erlaubte, das zu experimentellen Arbeiten wohl eingerichtete Laboratorium seines Instituts dabei zu benutzen. Wenn man bedenkt, dass keiner der früheren Forscher die Versuchsthiere gewogen, keiner die zeitlichen Verhältnisse der Intoxicationen präcisirt hat, dann wird es schon gerechtfertigt sein, die Arbeit wieder neu aufzunehmen und wo möglich weiter zu führen. Da ich nur kurze Zeit auf die Experimente verwenden konnte, so musste ich es um so dankbarer aufnehmen, als mir Herr Prof. Falck noch eine Reihe von Protocollen anbot, die bei Versuchen gewonnen wurden, bei denen ich keine Mittwirkung hatte.

Bei der Besprechung der bei den Experimenten gewonnenen Resultate will ich so verfahren, dass ich in dem ersten Abschnitt dieser Schrift die Ergebnisse der mit Säugethieren angestellten Versuche, in dem zweiten Abschnitt die Frosch- und in dem dritten und letzten die Fischversuche abhandeln werde.

I. Versuche mit Säugethieren.

Schon oft und an den verschiedensten Stellen ist von Anderen, die in dem hiesigen pharmakologischen Institute

experimentirt haben, über die Art und Weise der Untersuchung sehr eingehend gehandelt worden, so dass es beinahe überflüssig wäre, dass ich hier auch nur ein Wort darüber verliere. Trotzdem wage ich es einiges Wenige anzugeben, da es ja immerhin Leute geben mag, welche die vorhergehenden Schriften nicht gelesen haben, oder wenn sie dieselben gelesen haben, doch im Zweifel sein können, ob auch meine Versuche auf dieselbe Art angestellt wurden.

Die zu den Versuchen benutzten Säugethiere, Hunde sowohl als Kaninchen, waren alle fehlerfrei und in einem guten Ernährungszustand.

Die bei einigen dieser Thiere angestellten Veneninfusionen wurden auf die Weise bewerkstelligt, dass, nachdem die Thiere auf einem ihrer Grösse entsprechenden Operationstisch befestigt waren, ihnen die vena jugularis externa dextra mit der nöthigen Vorsicht und den dazu passenden Instrumenten auf die bekannte Weise freigelegt wurde und nun durch eine Oeffnung dieser Vene die vorher bereitete 37° C. warme Lösung des betreffenden Salzes mit einer guten Spritze infundirt wurde.

Die Application in den Unterhautzellstoff des Rückens der Kaninchen geschah so, dass man das der Haare beraubte Fell an mehreren Stellen mit einem passenden Troicart perforirte, durch diese Oeffnung mit Hülfe einer guten Spritze die dazu bestimmte Lösung injicirte, die Oeffnung mit Nähten schloss und das Thier zur Beobachtung in einen Käfig setzte.

Die Application in den Magen der Versuchsthiere, die wohl noch wenig besprochen wurde, will ich hier etwas weiter erörtern. Das Kaninchen wurde zunächst auf einem Operationsbrett passend befestigt, das Brett dann so auf den Tisch gestellt, dass der Kopf nach oben kam, dass die Längsaxe des Thieres senkrecht auf dem Tische stand. Jetzt wurde zwischen die Kiefer des Thieres ein mit einer passenden Oeffnung versehener Mundspiegel eingeschoben und durch diese Oeffnung ein gut eingeölter dünner elastischer Katheter

mit Umgehung der Luftröhrenöffnung möglichst tief in die Speiseröhre eingeführt. Nachdem man sich durch die Beobachtung der Respiration des Thieres und durch Einspritzen einer kleinen Menge Wassers sicher davon überzeugt hatte, dass der Katheter nicht in die Luftröhre gelangt war, wurde mit einer Spritze, die gut in den Katheter eingefügt werden konnte, die etwas erwärmte Salzlösung in den Magen gespritzt, der Katheter mit etwas destillirtem Wasser ausgespült, derselbe vorsichtig zurückgezogen, das Thier vom Operationsbrette befreit und zur ferneren Beobachtung in einen Käfig gesetzt.

Ich will hier gleich im Voraus bemerken, dass bei der Section des Thieres die Speiseröhre sehr genau untersucht wurde und sich in unseren Fällen nie eine Perforation, überhaupt keine Beschädigung der Speiseröhre nachweissen liess.

Doch glaube ich genug hierüber gesagt zu haben, und gehe ich desshalb jetzt zunächst zu den

a. Versuchen mit Chlorkalium

über.

Tabelle I.

Nr. der Versuche.	Namen der Thiere.	Geschlecht.	Gewicht in Grammen.	Applicationsstelle.	Applicirte Menge von Chlorkalium in Grammen.	Auf 1 Kilo Thier berechnet in Grammen.	Schicksal.
1	Hund	weibl.	11400	Vena jugular. ext. dextr.	0,6	0,052	starb nach — h. 4 m.
2	„	männl.	12260	„	1,09	0,088	— h. $2\frac{1}{4}$ m.
3	„	„	8700	„	2,1	0,240	— h. 2 m.
4	Kaninchen	„	1680	„	0,1	0,06	— h. 3 m.
5	„	weibl.	1950	„	0,25	0,13	— h. 2 m.
6	„	„	1830	„	0,375	0,20	— h. 7 m.
7	„	männl.	1660	Unterhautzellstoff.	2,00	1,2	circa 60 h. — m.
8	„	„	1530	„	4,00	2,61	6 h. 24 m.
9	„	weibl.	1650	„	6,60	4,00	1 h. $17\frac{1}{2}$ m.
10	„	männl.	1520	„	7,60	5,00	— h. 56 m.
11	„	weibl.	1540	„	7,70	5,00	— h. $42\frac{1}{2}$ m.
12	„	männl.	1760	„	10,00	5,11	1 h. 12 m.
13	„	weibl.	1850	Magen	9,25	5,00	— h. 56 m.
14	„	„	1800	„	9,0	5,00	— h. 31 m.

Von den 14 bei dieser Reihe gewonnenen Protocollen will ich jetzt einige der interessantesten wörtlich, jedoch ohne Sectionsbericht hier einfügen.

Erster Versuch.

6. December 1872.

Weiblicher 11400 Grm. schwerer Hund.

Eine Lösung von 1,0 Grm. Kalium chloratum mit q. s. aqu. dest., ein Volumen von 20 Cc. darstellend, wird auf 37° C. erwärmt und bereit gestellt.

10 h. 9 m. Die Einspritzung in die Ven. jug. ext. dextr. beginnt und wird ganz langsam vollführt; der Hund zeigt dabei anfangs keine Störung, dann wird die Respiration ausgiebiger, frequenter, der Brustkorb

dem entsprechend stärker als früher erweitert, dann folgt Streckung des Körpers mit krampfiger Contraction aller Muskeln. Der Hund wird jetzt seiner Fesseln entledigt; er erweist sich völlig adynamisch und sieht fast wie scheintodt aus. Bei der Auscultation ist kein Herzschlag mehr zu hören. Der Hund reisst aber

10 h. 11¾ m. plötzlich das Maul auf und schnappt nach Luft. Dieser Vorgang wiederholt sich im Ganzen dreimal. Zwischen je zwei luftschnappenden Bewegungen liegt eine längere Pause.

10 h. 13 m. wird der Hund für todt erklärt, und wie die weitere Beobachtung ergibt, mit vollem Recht. Zur Tödtung des Hundes waren 12 Cc. der Lösung nöthig; dieselben entsprechen 0,6 Grm. Chlorkalium.

Zweiter Versuch.

29. November 1872.

Männlicher, 12260 Grm. schwerer Hund.

10 h. 54 m. Einspritzung von 9 Cc. = 1,09 Grm. Chlorkalium in die Vena jugul. ext. dextr.

Sofort nach der Einführung der ersten Portion Lösung wird das Athmen aufgeregt, der Hund streckt sich, die Pupillen werden sehr weit, das Thier schreit laut und wehklagend, lässt reichlich Koth und Urin fahren und ward ganz adynamisch. Die Adynamie ist über den ganzen Körper ausgebreitet.

55¼ m. Der Hund athmet nicht mehr, man hört auch keinen Herzschlag mehr. Man ist im Zweifel darüber, ob der Hund todt ist oder nicht. Da plötzlich reisst der Hund das Maul weit auf und macht zwei luftschnappende Bewegungen mit den Kiefern. Dann zeigt sich wieder totale Ruhe, das

Athmen kommt nicht wieder in Gang, auch sind keine Herztöne mehr zu hören.

10 h. 56½ m. Der Hund ist todt.

Vierter Versuch.

5. December 1872.

Männliches, 1680 Grm. schweres Kaninchen.

3 h. 9 m. Einspritzung von 2 CC. = 0,1 Grm. Kalium chloratum in die Ven. jugul. extern. dextr.

Gleich nach der Einspritzung wird die Respiration frequenter, es treten dann stossende Bewegungen ein, Cessation der Respiration.

10 m. Das Herz steht still; das Thier macht noch einige luftschnappende Bewegungen.

11¾ m. Das Thier ist jetzt todt.

Zehnter Versuch.

28. November 1872.

Männliches, 1520 Grm. schweres Kaninchen.

9 h. 53—56 m. Einspritzung einer Lösung von 7,6 Grm. Kalium chloratum + 30 CC. Aq. dest. in den Unterhautzellstoff an zwei verschiedenen Stellen mit gleicher Vertheilung.

Das Thier schreit bei der ersten Application laut und heftig und wiederholt dies bei jeder folgenden.

Das Thier beruhigt sich dann wieder, athmet dann frequenter und zeigt weite Pupillen, schreit abermals auf.

10 h. 2 m. Sitzt ruhig da mit ziemlich frequenter Respiration.

17 m. Das Thier wird unruhig, Ohren stark injicirt, Pupillen sehr stark erweitert.

25 m. Entleert einige Kothballen.

32 m. Lässt wiederholt den Kopf sinken, erhebt ihn dann wieder. Beginn der Adynamie.

34 m. Lässt jetzt den Kopf sinken und stützt ihn mit dem Kinn auf den Boden.

10 h. 40 m. Wird sehr unruhig, fährt mit den Beinen viel aus, fällt auf die Seite und bleibt liegen. Respiration selten und schwierig.

41 m. Misslungener Versuch sich zu erheben; an der Stelle, auf die das Kinn früher aufgestützt war, bemerkt man etwas Flüssigkeit.

44 m. Athemnoth. Tonische Convulsionen; die Respiration pausirt zeitweilig ganz, tritt dann wieder schwierig, stossend, mit Maulaufreissen ein. Diese Erscheinungen wiederholen sich öfters.

45 m. Starke luftschnappende Bewegungen ohne Respiration, die Pupille wird enger.

46 m. Respiration pausirt vollständig. Luftschnappende Bewegungen, sonst liegt das Thier scheintodt; Pupillen werden weiter.

49 m. Das Thier ist jetzt todt.

Dreizehnter Versuch.

30. November 1872.

Weibliches, 1850 Grm. schweres Kaninchen.

3 h. 18—19 m. Einspritzung von 9,25 Grm. Kalium chloratum + 36 CC. Aq. dest. mit Hülfe eines Katheters durch die Speiseröhre in den Magen. Das Thier wird befreit und in einen Korb gesetzt, sitzt ruhig.

23 m. Athmet frequenter, Pupillen erweitert, Respiration etwas beschleunigt.

31 m. Das Thier wird etwas unruhig, Ohren stark injicirt.

33 m. Sehr unruhig. Respiration sehr frequent.

37 m. Entleert ziemlich viel Urin.

44 m. Das Thier liegt auf dem Tische mit Brust und Bauch auf. Respiration sehr frequent. Der ganze Körper, namentlich die Nasenspitze ist dabei in starker Bewegung.

4 h. 0 m. Beginn der Adynamie. Abwechselndes Sinkenlassen und Erheben des Kopfes.
4 m. Stützt den Kopf mit dem Kinn auf den Boden, erhebt ihn dann wieder.
7 m. Lässt den Kopf zur Seite sinken.
9 m. Respiration verlangsamt, schwierig, Pupillen mittel.
11 m. Clonische Bewegungen; Austreten mit den Beinen, Respiration wird seltener.
12 m. Luftschnappende Bewegungen, längere Cessation der Respiration, dann Luftschnappen.
13 m. Abermals ein Athemzug; das Herz schlägt nicht mehr; immer noch luftschnappende Bewegungen.
14 m. Pupillen mittel, das Thier ist todt.

Gehen wir jetzt zu einer allgemeinen Betrachtung der bei den Experimenten aufgetretenen Symptome über, so müssen wir zunächst einen Unterschied machen zwischen den sehr acut und den im Gegensatz dazu minder acut verlaufenen Intoxicationen.

Erstere, welche nur bei den Veneninfusionen vorkamen, zeigten etwa folgende Symptome:

Die Respiration wird sehr bald unregelmässig, asthmatisch, aufgeregt, es treten dann Streckungen (bei den Hunden) oder stossende Bewegungen (bei den Kaninchen) ein, das Thier wird jetzt adynamisch. Die Respiration cessirt; dann treten plötzlich einige luftschnappende Bewegungen ein und dann der Tod.

Auch bei den minder stürmisch verlaufenen Intoxicationen trat als erstes Symptom ein gewisser Einfluss auf die Respiration ein. Dieselbe wurde nämlich frequenter, ja äusserst frequent. Dieser Zustand dauerte kürzere oder längere Zeit, dann begann sich eine Art Adynamie bemerklich zu machen; das Thier liess nämlich den Kopf allmählig sinken, erhob ihn anfangs wieder, später war er fortwährend mit dem Kinn aufgestützt. Dabei fielen jedesmal einige Tropfen Speichel aus dem Maule. Bald jedoch fiel der Kopf zur Seite,

die Respiration wurde seltener, es tritt schliesslich Athemnoth ein, plötzlich clonische Convulsionen mit Cessation der Respiration, dann Scheintod, dann plötzlich luftschnappende Bewegungen und Tod. Koth- und Urinausleerungen kamen selten vor.

Alle Thiere wurden nach dem Ableben genau secirt und die Ergebnisse protocollirt. Ich erlaube mir hier nur einen Auszug dieser Sectionsprotocolle wiederzugeben.

Hirnhäute: sehr blutreich (1 — 3) dagegen blutleer (4 — 14).

Durchschnitte des Gehirns: ohne Blutpunkte.

Trachea: zeigt stärkere oder schwächere interannuläre Injectionen.

Lungen: in halber Ausdehnung, meist scharlachroth gefärbt. Die Durchschnitte bluten meist stark und zeigen (1 — 3) ein schwaches Oedem, das vorzugsweise in den unteren Lappen seinen Sitz hat.

Herzbeutel: enthält etwas Serum.

Herz: meist ausgedehnt, mit injicirten Kranzgefässen versehen. Das rechte Herz enthält viel, theils flüssiges, theils geronnenes schwarzes Blut. Das linke Herz ebenso; nur einmal war das Blut desselben scharlachroth (1).

Das auf dem Tische liegende Blut wurde bald hellroth.

Leber: dunkelkirschroth, sehr blutreich.

Nieren: theils blutreich, theils blutleer.

Harnblase: meist contrahirt.

Magen: verschieden. Bei den Versuchen 1—12 stark ausgedehnt, Häute weiss.

Bei den Versuchen 13 und 14 war der Magen auch ausgedehnt, dagegen aussen nicht ganz weiss, sondern mehr schmutzig roth gefärbt, enthält etwas Luft, Flüssigkeit und Futterstoffe. Die Schleimhaut ist am Pylorus weiss, im Fundus, der grossen und kleinen Curvatur geröthet und zeigen sich hier zerstreut grössere und kleinere hämorrhagische Flecke mit Defecten des Epithels.

Dünndarm: ist grösstentheils contrahirt, zeigt aussen gabelförmige Gefässinjectionen, Schleimhaut weiss.

Coecum: enthält schmierige Massen.

Dickdarm: ist stark contrahirt, weiss, enthält einige Kothballen.

Der Unterhautzellstoff der Applicationsstelle (8 — 12) ist weiss, feucht, sulzig und stark emphysematös. Bei Versuch 7, der etwa 60 Stunden lang dauerte, hatte sich an der Applicationsstelle ein Abscess gebildet.

Bevor ich nun zu einer allgemeinen Besprechung der bei diesen Versuchen gewonnenen Thatsachen übergehe, will ich erst die

b. Versuche mit Chlornatrium

besprechen.

Tabelle II.

Nr. der Versuche.	Namen der Thiere.	Geschlecht.	Gewicht in Grammen.	Applicationsstelle.	Applicirte Menge von Chlornatrium in Grammen.	Auf 1 Kilo Thier berechnet in Grammen	Schicksal.
15	Hund	männl.	10170	Venajugular. ext. dextr.	30,0	2,95	Starb nach — h. 23 m.
16	„	„	7290	„	25,5	3,49	„ „ — h. 15 m.
17	„	„	4370	„	21,0	4,80	„ „ — h. 29 m.
18	Kaninchen. „	weibl.	1650	Unterhautzellstoff.	18,0	11,0	„ „ 1 h. 45 m.
19	„	„	1340	„	14,7	11,0	„ „ 1 h. 44 m.
20	„	„	1300	„	14,3	11,0	„ „ 1 h. 24 m.
21	„	männl.	1360	Magen.	7,5	5,51	„ „ c. 9 h. 30 m.
22	„	weibl.	1620	„	13,4	8,25	„ „ c 7 h. 45 m.
23	„	„	1370	„	15,0	10,9	„ „ — h. 8 m.
24	„	„	1070	„	11,8	11,0	„ „ 1 h. 36 m.
25	„	„	1430	„	15,7	11,0	„ „ 2 h. 33 m.
26	„	„	1320	„	15,0	11,3	„ „ — h. 11 m.

Ich erlaube mir auch hier eine kleine Casuistik vorauszuschicken.

Fünfzehnter Versuch.

16. Mai 1872.

Männlicher, 10170 Grm. schwerer Hund.

Lösung 30,0 Grm. Natrium chloratum + q. s. Aq. dest. = 110 CC.

3 h. 47 m. Erste Einspritzung in die Ven. jug. extern. dextra.
48 m. Zweite „ „ „ „ „
50 m. Dritte „ „ „ „ „
52 m. Vierte „ „ „ „ „
54 m. Fünfte „ „ „ „ „
Athmet frequenter.
56 m. Sechste Einspritzung „ „ „
58 m. Siebente „ „ „ „ „

Nachdem die 30 Grm. eben injicirt waren, begann der Ausfluss einer blutigen Flüssigkeit aus Nasenlöchern und Maul. Auch zeigten sich bedeutende Muskelzuckungen.

4 h. 5 m. Liegt völlig adynamisch, ohne Zuckungen mit sehr gestörter Respiration, die nur selten erfolgt. Der starke Ausfluss aus der Nase hat aufgehört, aber tropfenweise fällt derselbe noch ab. Der Hund liegt scheintodt da.

4 h. 8½ m. Das Herz ist nur noch sehr schwach zu hören.
10 m. Das Thier ist jetzt todt.

Achtzehnter Versuch.

17. Juli 1872.

Weibliches, 1650 Grm. schweres Kaninchen.

5 h. 0 — 3 m. Einspritzung einer Lösung von 18 Grm. Natrium chloratum + 60 CC. Aq. unter die Haut des Rückens an vier verschiedenen Stellen.
5 m. Athmet sehr frequent.
13 m. Sitzt immer noch ruhig mit sehr frequenter Respiration da.
19 m. Säuft etwas vorgestelltes Wasser.
36 m. Entleert eine grosse Menge Urin und Fäces.
37 m. Leckt seinen eigenen Urin begierig auf.

42 m. Sitzt immer noch ruhig da mit sehr frequenter Respiration und injicirten Ohren. Pupillen mittel.

5 h. 58 m. Starker Anfall von clonischen Convulsionen, Respiration darnach schwierig. Pupillen sehr weit. Bleibt auf dem Tische liegen. Kopf aufgestützt.

6 h. 6 m. Schwacher Anfall; liegt dann auf der Seite.

9 m. Sehr erschwerte Respiration.

15 m. Neuer Anfall von clonischen Convulsionen.

26 m. Neuer Anfall, der sehr schnell in Opisthotonus mit unterdrückter Respiration und geschlossenem Maule übergeht. Pupillen enorm weit. Herzaction rasselnd; liegt dann adynamisch da.

28½ m. Schwacher Opisthotonus.

30 m. Ebenso.

43 m. Neuer stärkerer Anfall von Opisthotonus mit unterdrückter Respiration und Trismus; Pupillen weit. Dann schnell Paralyse und Scheintod. Herz schlägt noch schwach.

45 m. Tod.

Vierundzwanzigster Versuch.

15. Juli 1872.

Weibliches, 1070 Grm. schweres Kaninchen.

9 h. 28 m. Einspritzung einer Lösung von 11,8 Grm. Chlornatrium + 40 CC. Aq, in den Magen. Wird sofort befreit und in den Käfig gesetzt.

30 m. Athmet sehr frequent.

41 m. Sitzt noch immer ruhig mit frequenter Respiration. Entleert jetzt eine grosse Menge Urin.

47 m. Entleert wieder Urin.

10 h. 28 m. Hat bis jetzt in fast regelmässigen Zwischenräumen von je drei Minuten 12 mal Urin entleert. Respiration frequent; liegt lang gestreckt auf dem Bauche, Kinn aufgestützt. Entleert einige Kothballen.

10 h. 31 m. Entleert einige Tropfen Urin unter Geschrei.
34 m. Zähneknirschen.
38 m. Anfall von clonischen Convulsionen.
43 m. Zitterkrampf, in einen Anfall von clonischen Convulsionen übergehend. Bleibt dann mit frequenter Respiration auf der Seite liegen.
45 m. Neuer Anfall von clonischen Convulsionen.
48 m. Neuer Anfall, in einen schwachen Opisthotonus übergehend.
52 m. Starker Anfall von Opisthotonus mit Trismus und unterdrückter Respiration; dann vollständige Adynamie; athmet selten.
57 m. Neuer schwacher Anfall.
11 h. 0 m. Adynamie; Respiration sehr oberflächlich.
3 m. Respiration cessirt plötzlich; das Thier ist scheintodt.
4 m. Herz steht still.

Fünfundzwanzigster Versuch.

13. Juli 1872.

Weibliches, 1430 Grm. schweres Kaninchen.

3 h. 56 — 58 m. Einspritzung einer Lösung von 15,7 Grm. Chlornatrium plus 60 CC. Aq. in den Magen. Wird befreit und auf den Tisch gesetzt.
59 m. Respiration wird frequenter.
4 h 0 m. Macht viele leckende Bewegungen, wobei die Zunge aus dem Maule tritt.
5 m. Streckt sich aus.
7 m. Lässt jetzt eine grosse Menge Urin.
9 m. Kau- und Leckbewegungen.
11 m. Lässt vorgestelltes Wasser unberührt; Respiration äusserst frequent. Entleert Fäces.
21 m. Athmen sehr frequent.
31 m. Entleert Urin.
40 m. Entleert Urin. Respiration fortdauernd sehr frequent, Ohren anämisch.

58 m. Zähneknirschen.
5 h. 15 m. Entleert Urin.
23 m. Säuft vorgestelltes Wasser.
57 m. Zitterkrampf am ganzen Körper; liegt dann wieder ruhig auf dem Tisch, hat den Kopf aufgestützt, Respiration frequent, Ohren injicirt, Pupillen mittel.
6 h. 3 m. Bekommt am ganzen Körper sehr heftigen Zitterkrampf, liegt jetzt auf der Seite. Während des Anfalls Respiration unterdrückt, Maul geöffnet. Pupillen mittel.
11 m. Clonische Convulsionen.
12 m. Neuer Anfall von clonischen Convulsionen.
15 m. Neuer Anfall der rasch in Tetanus übergeht. Respiration dabei unterdrückt, Maul geöffnet.
17 m. Neuer Anfall von Tetanus, Pupillen sehr eng.
25 m. Respiration ist sehr oberflächlich und verlangsamt. Pupillen wieder erweitert.
30 m. Liegt scheintodt da. Herzschlag nur noch schwach.
31 m. Pupillen ganz eng, der Urin läuft ab, das Kaninchen ist todt.

Doch ich glaube, dass vorstehende Protocolle genügen werden, um den Leser darüber aufzuklären, wie einzelne unserer Versuche verlaufen sind. Ich gehe nun zu einer allgemeinen Darstellung der bei den Intoxicationen aufgekommenen Symptome über.

Zuerst eine kurze Besprechung der Versuche 15 — 17. Die Respiration der Hunde wurde beschleunigt, sehr frequent, bald fingen die Muskeln an zu springen, es bildeten sich spasmodische Affectionen der Muskeln bis zum Streckkrampf aus. Schon vorher trat plötzlich ein starker Ausfluss aus Maul und Nase, der schaumig weiss, auch wohl blutig war, ein, die Respiration cessirte, das Thier war todt.

Mit dieser Symptomengruppe stimmen zwei meiner Kaninchenversuche (23 und 26) auffallend überein, in dem auch dabei sich sehr schnell ein bedeutender Ausfluss aus

Maul und Nase einstellte, dann Athempause mit Luftschnappen, clonische Convulsionen, Adynamie, Scheintod und Tod eintrat.

Die Symptome, welche bei den anderen mehr in die Länge gezogenen Versuchen mit Kaninchen sich ausbildeten, waren folgende:

Die erste Erscheinung betrifft die Respiration, indem dieselbe bald sehr frequent wird, dann treten häufige Urinentleerungen ein, auch wohl von Defäcationen begleitet. Kürzere oder längere Zeit darnach wird das Thier adynamisch, der Kopf sinkt zur Seite, es treten clonische Convulsionen ein; in den Zwischenzeiten ist eine sehr erschwerte Respiration vorherrschend. Die Convulsionen gehen dann bald in einen Streckkrampf über. Bei denselben wird stets der Kopf in den Nacken geschlagen, die Beine vom Körper abgestreckt, es ist Muskelschwirren und unterdrückte Respiration vorhanden. Doch in einem Punkte unterschieden sich diese Streckkrämpfe, indem nämlich beim 25. Versuch das Maul geöffnet war, während es bei allen übrigen Versuchen einen starken Trismus zeigte. Bei den letzten Versuchen musste man also die Krämpfe für Opisthotonus erklären. Je nach der Intensität dieses Tetanus ging dann das Thier gleich nach dem ersten Anfall zu Grunde, oder die Anfälle wiederholten sich in kürzeren oder längeren Zwischenräumen mehrmals. Dann trat starke Adynamie ein, die Respiration cessirte, das Thier lag kurze Zeit scheintodt da, während das Herz noch, wenn auch schwach, thätig war, bis auch dieses seinen Dienst versagte, das Kaninchen also starb.

Auch ein Resumé der Sectionsbefunde glaube ich meinen Lesern schuldig zu sein.

Die Hirnhäute: wurden bei allen Thieren blutreich gefunden.

Gehirn: war theils ohne Blutpunkte (15—19, 23—26) theils mit Blutpunkten versehen. In den Höhlen etwas Serum.

Luftröhre: enthält etwas weissen, feinblasigen Gischt (15—17, 23 und 26), oder ist stark injicirt.

Lungen: scharlachroth oder marmorirt, blutreich. Einige sind stark oedematös (15—19, 23, 26).

Herzbeutel: enthält etwas seröse Flüssigkeit.

Herz: ist ausgedehnt; die Höhlen enthalten dunkelrothes, theils geronnenes, theils flüssiges Blut, das auf dem Tische liegend hellroth wird und schnell gerinnt.

Leber: braunroth oder dunkelkirschroth sehr blutreich.

Nieren: blassroth, theils blutleer (21) meist blutreich.

Harnblase: enthält etwas Urin.

Magen: bei den Versuchen 15—20 ausgedehnt, Häute weiss; bei den Versuchen 21—26 ist die innere Fläche desselben an verschiedenen Stellen verschieden gefärbt; ein grosser Theil namentlich am Pylorus und der kleinen Curvatur ist weiss. Ein anderer Theil sieht grau aus, offenbar durch Veränderung der Epithelialschicht, an anderen Stellen ist der Magen von Hellroth bis fast Schwarz durch alle Nüancen hin verfärbt; es zeigt sich hier eine hämorrhagische Entzündung. Im submucösen Zellstoff zeigt sich eine bedeutende Gefässerweiterung mit starker Injection. Die Mucosa ist aufgequollen und erweicht.

Darm: meist schlaff, weiss, mit gabelförmigen Gefässen versehen.

Unterhautzellstoff der Applicationsstelle (18—20) ist feuchter als sonst und enthält sulzige Massen.

Ich glaube, dass es jetzt an der Zeit sein wird auf die Vergleichung des Chlorkaliums und Chlornatriums einzugehen.

Vergleichen wir die sechste Columne der Tabellen I und II mit einander, so bemerken wir darin schon einen sehr grossen Unterschied. Denn während die Hunde, welche mit Chlornatrium versehen wurden, von 2,95—4,80 Grm. im Durchschnitt 3,74 Grm. pro 1 Kilo Thier brauchten, um lebensunfähig zu werden, mussten wir den Hunden, bei welchen wir mit Chlorkalium experimentirten, viel geringere Mengen injiciren.

Diese schwankten nach unseren 3 Versuchen (1—3) zwischen 0,240 und 0,052 pro 1 Kilo. Zu der ersten Zahl ist zu bemerken, dass dieselbe jedenfalls viel zu gross ausgefallen ist; denn bei diesem Versuche wurde eine concentrirtere Lösung und viel schneller in das Venensystem gespritzt als bei den beiden anderen. Wenn wir desshalb nur Versuch 2 und 3 berücksichtigen, so erhalten wir als Mittel, 0,070 Grm. pro Kilo. Demnach verhält sich die lethale Dosis für Hunde von Chlorkalium zu Chlornatrium wie 0,070 zu 3,74 oder mit anderen Worten: das Chlorkalium wirkt 53 mal intensiver auf den Organismus als das Chlornatrium, wenn es in die Venen eingespritzt wird.

Bei den Kaninchen, denen wir die Stoffe unter das Fell, bezw. in den Magen applicirten, fanden wir auch einen Unterschied, wenn auch keinen so gewaltigen als bei den Hunden, wie sich jeder aus der 6. Columne beider Tabellen überzeugen kann.

Ein Hauptunterschied zwischen dem Verlauf beider Intoxicationen ist wohl der, dass das Clorkalium auf das Herz wirkt, ein Herzgift ist, wie wir bei allen unsern Versuchen gesehen haben, indem die Herzen der Thiere schon längere Zeit still standen, als noch luftschnappende Bewegungen vorkamen, während die mit Chlornatrium versehenen Kaninchen schon lange scheintodt da lagen, während das Herz immer noch schlug. Dagegen wirkt das Chlornatrium wohl sicher auf die Respirationsorgane, da wir in unseren Versuchen Ausflüsse aus Maul und Nase hatten und später bei der Section ein starkes Lungenoedem vorfanden, während bei den Versuchen mit Chlorkalium nie ein Ausfluss vorkam und wir bei den Sectionen fast nie Lungenoedem vorfanden.

Ausserdem möchte ich noch hervorheben, dass das Chlornatrium unverkennbar auf die Nieren wirken muss, da wir bei den Versuchen stets häufige und starke Urinentleerungen bemerkt haben, während wir bei den Versuchen mit Chlorkalium nie etwas derartiges beobachten konnten.

II. Versuche mit Chlornatrium an Fröschen.

Die zu diesen Versuchen benutzten Thiere waren alle frisch eingefangen.

Leider war es uns nur vergönnt, zunächst nur die Wirkung des Chlornatriums auf ausgeschnittene Froschherzen prüfen zu können.

Diese Experimente wurden, wie schon oft beschrieben, so angestellt, dass man dem auf einer Platte in der Rückenlage befestigten Frosche mit den dazu passenden Instrumenten den Brustkorb öffnete und so das Herz freilegte. Alsdann wurde das Herz rasch von seiner Umgebung losgelöst und in ein bereit stehendes Uhrschälchen zur ferneren Beobachtung gelegt. Es wurden nun jede Minute die Contractionen, die das Herz in 30 Secunden machte, gezählt und aufnotirt. Nachdem dies einige Minuten durchgeführt war, wurden zu dem Herzen einige CC. einer bereitgehaltenen Kochsalzlösung zugesetzt und weiter beobachtet bis das Herz still stand.

Die Kochsalzlösungen waren so dargestellt, dass wir 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20 und 30 Grm. Chlornatrium in etwas Aq. dest. lösten und die Lösung auf 100 CC. verdünnten.

Die bei diesen Versuchen gewonnenen Zahlen habe ich in Tabelle III eingetragen. In dieselbe wurde ausserdem ein Controllversuch 27 a eingetragen, den wir derart anstellten, dass wir statt Kochsalzlösung destillirtes Wasser zu dem Herzen zusetzten und dann weiter beobachteten.

Tabelle III.

Nr. der Versuche.	27 a.	27	28	29	30	31	32	33	34	35
3. letzte Minute =	28[11])	31	29				26	24	31	22
vorletzte „ =	32		24	24	28	27	26	24	31	23
letzte „ =	30	27	28	24	26	27	26	24	29	22
0 h. 0 m. Zusatz zu dem Herzen von Chlornatriumlösung,	Aqua destillata.	1%	1%	2%	3%	4%	5%	10%	20%	30%
1. Minute =	28	29	21	23	25	28	22	15	9	—
2. „ =	24	32				26			6 Vh.[12])	
3. „ =	23		23	25	22		19	—	—	
4. „ =	22	33				24				
5. „ =	22			26	15	—	12			
6. „ =		30	25		—		—			
7. „ =										
8. „ =										
9. „ =										
10. „ =	18	23	21	18						
15. „ =	16	19	20	8						
20. „ =	16	19	18	3						
25. „ =	15	17	15	—						
30. „ =	14	16	12							
35. „ =	15	16	10							
40. „ =	12	14	4							
45. „ =	12	14	4							
50. „ =	11	12	3							
55. „ =	10	10	2½							
60. „ =	10	8	2							
65. „ =		7	1½							
70. „ =	10	6	½							
75. „ =		.	½							
80. „ =	8	.	—							
85. „ =		.								
90. „ =	6									
. „ =		.								
. „ =		.								
. „ =		.								
120 „ =	5	—								

Aus dieser Zusammenstellung sehen wir, das die concentrirten Kochsalzlösungen auf die Herzbewegung so feindlich einwirken, dass fast augenblicklich Stillstand der Herzbewegung eintritt. Die verdünnten Lösungen dagegen wirken

11) Diese Zahlen bezeichnen die Anzahl der Herzcontraktionen in 30 Secunden.

12) Vh. bedeutet Vorhofscontraktionen.

erst, nachdem sie gleich nach dem Zusatz zu dem Herzen die Bewegung desselben sogar etwas beschleunigt haben, langsam ein und bewirken nach längerer Zeit den Stillstand der Contractionen. Dass hierbei der Kochsalzgehalt, obwohl nur 1% in der Lösung enthalten ist, zur Wirkung kommt, ersehen wir bei der Vergleichung dieser Versuche mit dem 27 a, bei dem nur Aq. dest. zu dem Herzen zugesetzt wurde und dadurch ein allmähliges, Stundenlang sich hinziehendes, Abnehmen der Contractionen eintrat.

III. Die mit Chlornatrium an Fischen angestellten Versuche.

Die zu diesen Versuchen benutzten Fische waren Süsswasserfische, sog. Weissfische (Cyprinus alburnus). Dieselben waren kurze Zeit vor der Versuchsanstellung mit dem Netz gefangen und bis zur Verwendung in einem grossen mit frischem Flusswasser gefüllten Behälter aufbewahrt worden.

Die Anstellung der Versuche geschah auf folgende Weise:

Zunächst wurden Lösungen von Chlornatrium mit destillirtem Wasser von einem bestimmten Gehalt, in unsern Fällen von 2,5, von 5 und 10 Procent Chlornatrium in grösserer Menge bereitet. Die betreffende Lösung wurde in eine geräumige, mehrere (circa 6) Liter fassende Porcellanschale gefüllt und nun längere Zeit mit einem Blasebalg mit atmosphärischer Luft imprägnirt. Alsdann wurde die Schale mit einer Glasplatte bedeckt.

Jetzt wurde der zu dem Versuche ausgewählte Fisch in ein grösseres mit frischem Flusswasser gefülltes Gefäss gethan und darin längere Zeit beobachtet. Hatte man sich davon überzeugt, dass sich der Fisch ganz wohl befand, indem er in dem Behälter hin und her schwamm, Flossen und Kiemendeckel regelrecht bewegte, sich überhaupt fischrecht hielt, so wurde er schnell in die in der Porcellanschale befindliche Kochsalzlösung versenkt, die Schale mit der Platte bedeckt und nun durch das Glas beobachtet. Die dabei vorkommenden Erscheinungen wurden genau protocollirt.

Die bei diesen Untersuchungen erhaltenen Resultate habe ich in eine Tabelle, welche ich mir jetzt anzuführen erlaube, eingetragen.

Tabelle IV.

Nr. der Versuche.	Gewicht des Fisches in Gramm.	Chlornatriumgehalt der Lösung in Procent.	Eintritt des Scheintodes in Minuten.
36	15,0	2,5	45
37	27,0	2,5	37
38	34,0	2,5	35
39	29,0	2,5	32
40	30,0	5,0	27
41	29,0	5,0	17
42	12,0	10,0	15
43	12,0	10,0	12
44	11,0	10,0	11
45	20,0	10,0	11
46	15,0	10,0	10

Bevor ich zu einer allgemeinen Besprechung der Symptome übergehe, erlaube ich mir einige Protocolle hier wörtlich wiederzugeben.

Sechsunddreissigster Versuch.

19. Juli 1872.

15 Grm. schwerer Weissfisch

11 h. 45 m. Ein munterer Fisch wird in 2,5 procentige Kochsalzlösung gesetzt.

Er schwimmt erst ruhig herum, fällt dann auf die Seite, erholt sich wieder und schwimmt viel aber meist in der Seitenlage.

47 m. Liegt auf einer Seite, arbeitet viel mit Maul und Deckel.

51 m. Noch immer lebhaftes Arbeiten mit Maul und Kiemendeckel.

55 m. Das Pupillargebiet beginnt weiss zu werden.

57 m. Richtet sich auf, schwimmt eine Tour im Gefäss herum, fällt dann zur Seite.

12 h. 5 m. Schwimmt fischrecht herum, fällt dann zur Seite; arbeitet mit Maul und Deckel.

26 m. Lebhaftes Muskelzittern, Brustflosse zittert und ist vom Körper abgestellt.

30 m. Liegt scheintodt da, Maul und Deckel geschlossen.

45 m. Section:

Herz steht still, Kiemen geröthet, Schwimmblase extendirt.

Siebenunddreissigster Versuch.

19. Juli 1872.

27 Grm. schwerer Weissfisch.

11 h. 11 m. Wird in 2,5% Chlornatriumlösung gesetzt. Schwimmt dann ruhig herum.

12½ m. Wankt hin und her, will auf die Seite fallen.

13 m. Fällt um und bleibt so liegen; arbeitet viel mit Maul und Deckel.

18 m. Wird jetzt unruhig, schlägt das Wasser mit dem Körper, stellt sich dann fischrecht, fällt aber bald wieder auf die Seite. Dies Spiel wiederholt sich oft.

24 m. Pupillargebiet beginnt weiss zu werden.

35 m. Bleibt jetzt trotz der Anstrengung auf der Seite liegen; Maul und Deckel ruhig.

38 m. Reisst plötzlich das Maul weit auf und schliesst es wieder, öfteres Wiederholen.

47 m. Hat bis jetzt ruhig gelegen, dann Muskelzittern, Zittern der Halsflossen, die gerade vom Körper abgerichtet sind.

48 m. Liegt jetzt scheintodt.

12 h. 5 m. Section:

Herz schlägt noch, Kiemen etwas geröthet.

Einundvierzigster Versuch.

19. Juli 1872.

29 Grm. schwerer Weissfisch.

9 h. 33 m. Wird in 5% Chlornatriumlösung versenkt. Fällt alsbald zur Seite, athmet ruhig, dann wird das

Thier sehr aufgeregt, wirft sich hin und her, schleudert das Wasser mit dem Schwanze fort, während Maul und Kiemendeckel sehr lebhaft arbeiten.

9 h. 35 m. Das Umherwerfen lässt sehr bedeutend nach.

37 m. Liegt schon ganz ruhig da, macht noch selten Bewegungen mit Maul und Deckel.

38 m. Athmen cessirt jetzt ganz, Thier ist regungslos, nur dann und wann ganz schwache kaum sichtbare Deckelbewegungen.

40 m. Ein stärkeres Lebenszeichen, reisst plötzlich die Kiemendeckel weit auf, schlägt mit dem Körper aus. Solche Bewegungen wiederholen sich, dann kommt Ruhe, dabei Hals- und Brustflossen adducirt, die übrigen expandirt. Pupillargebiet beginnt weiss zu werden.

45 m. An den Flossen bemerkt man Zuckungen, die ganze Muskulatur ist von schwachen Zuckungen heimgesucht.

45 1/2 m. Die Halsflossen stellen sich ganz weit ab und zittern stark. Rückenflosse expandirt. Die ganze Muskulatur zittert und bebt.

47 m. Liegt schon wieder ganz ruhig.

9 h. 50 m. Unzweifelhafter Scheintod.

56 m. Geöffnet:

Herz schlägt noch; Kiemen stark geröthet.

Fünfundvierzigster Versuch.

17. Juli 1872.

20 Grm. schwerer Weissfisch.

9 h. 56 m. Wird in 10% Chlornatriumlösung versenkt. Schwimmt im ersten Momente als wenn nichts wäre, dann wirft er sich ungestüm hin und her und schleudert Wasser fort. Maul fortwährend geöffnet.

9h. 57½ m. Liegt schon viel ruhiger; arbeitet mit Maul und Deckel.

58 m. Schlägt mit dem ganzen Körper wieder um sich.

10 h. 0 m. Wirft sich umher, Deckelbewegungen dauern fort, Maul stets ruhig offen. Pupillargebiet wird weiss.

7 m. Liegt regungslos im Wasser. Deckel und Maul geschlossen.

20 m. Geöffnet:

Herz schlägt noch; Kiemen dunkelkirschroth.

Sechsundvierzigster Versuch.

17. Juli 1872.

15 Grm. schwerer Weissfisch.

8 h. 46 m. Wird in 10% Chlornatriumlösung versenkt. Sucht zu entspringen. Wirft sich dann im Wasser hin und her.

48 m. Verliert die fischrechte Stellung, liegt meist auf der Seite und dem Rücken. Arbeitet stark mit Kiemendeckel und Maul.

49 m. Wird jetzt auffallend ruhig, liegt auf der rechten Seite mit entwickelten Flossen. Die Kiemendeckel bewegen sich nur noch ganz schwach. Am Maule bemerkt man ganz schwache Bewegungen.

51 m. Alle Bewegungen sind eingestellt, liegt auf der Seite.

54 m. Liegt meist regungslos mit geschlossenen Kiemendeckeln, dann und wann reisst er Maul und Deckel auf und bewegt den ganzen Körper.

56 m. Scheintodt, Maul und Deckel geschlossen; Pupillargebiet ist allmählig ganz weiss geworden.

9 h. 30 m. Geöffnet: Herz steht still.

Ich erlaube mir nun die bei diesen Experimenten eingetretenen Symptome hier übersichtlich anzuführen.

Das erste, was an den Fischen nach dem Einsetzen in die Chlornatriumlösung beobachtet wurde, war ein unruhiges

Umherschwimmen, in den concentrirteren Lösungen ein ungestümes Umherspringen und Werfen des ganzen Körpers. Die Thiere suchten offenbar der ihnen feindlichen Flüssigkeit zu entfliehen.

Sehr schnell fielen die Thiere zur Seite und schwammen so mit lebhaftem Agitiren mit Maul und Kiemendeckel in dem Gefäss umher, stellten sich dann auch wohl wieder fischrecht, um jedoch bald in die alte Lage zurückzufallen.

Je nach dem Concentrationsgrad der Salzlösung wurde nun früher oder später eine weisse Verfärbung des Pupillargebietes der Augen der Fische bemerkt, die schliesslich ganz weiss wurden. Nachdem die Thiere längere Zeit ruhig dagelegen hatten, unterbrochen von seltenem Maulaufreissen und Kiemenarbeiten, stellte sich plötzlich über den ganzen Körper ein lebhaftes Muskelzittern ein. Auch die Flossen betheiligten sich an diesen Zitteranfällen und waren dieselben extendirt und vom Körper abgestellt. Diese Erscheinungen gingen sehr schnell vorüber, um dann einer allgemeinen vollständigen Ruhe, dem Scheintode, Platz zu machen.

Je nachdem der Körper der Fische kürzere oder längere Zeit nach dem Eintritt des Scheintodes geöffnet wurde, fanden wir das Herz bald noch schlagend, bald schon still stehend.

Wir sehen also aus unseren Versuchen, dass es sich nicht mit dem Organismus der Süsswasserfische verträgt, in einem Wasser zu leben, welches einen starken Kochsalzgehalt hat. Die mit $2^1/_2$ % Lösungen angestellten Versuche beweisen wohl klar (da ja bekanntlich das Meer 2,4 — 2,6 % Chlornatrium enthält), dass Süsswasserfische in dem Meere nicht lange leben können; in Wässern, die einen noch höheren Kochsalzgehalt haben, würde der Tod noch viel schneller eintreten.

Eine endgültige Erklärung der Wirkung des Kochsalzes auf den Fischorganismus können wir gestützt auf unsere Versuche nicht geben. Ueberlegen wir, welche Möglichkeiten

hier vorliegen können, so ist wohl klar einzusehen, dass eine Resorption und dadurch bedingte Anhäufung des Kochsalzes in dem Organismus der Fische nicht angenommen werden kann, da die Thiere in der Salzlösung viel zu rasch zu Grunde gegangen sind. Eine zweite Möglichkeit, an die man denken könnte, wäre die, dass das Kochsalz durch den Contact mit der Schleimhaut des Respirationsorgans, den Kiemen, dieselbe so in ihrem histologischen Charakter veränderte, dass sie zum Gaswechsel untauglich wird; endgültig wird darüber nur das Mikroskop entscheiden können, wahrscheinlich ist aber eine solche Umänderung nicht. Im Gegentheil, wenn wir erwähnen, wie das Kochsalz bei dem Menschen auf die Schleimhaut einwirkt, so wird man sich kaum des Gedankens erwehren, dass dasselbe auch auf die Fischkiemen als heftiger Reiz einwirkt. Derselbe wird fortgepflanzt und reflectirt, und so kommt es zu Respirationshemmung, die schliesslich zum Tode führt. Die Thiere ersticken, aber aus keinem anderen Grunde, als weil der respiratorische Nervenapparat zu heftig irritirt wurde.

Zum Schlusse erlaube ich mir Herrn Prof. Dr. Falck, sowie dessem Sohne, Herrn Dr. Falck, für die gütige Unterstützung bei vorliegender Arbeit meinen besten Dank abzustatten.

Thesen.

I.

Die Schultze'sche Methode zur Entfernung aspirirter Massen aus den Luftwegen der Neugeborenen, ist der Behandlung mittelst des elastischen Katheters vorzuziehen.

II.

Zur schnellen Bekämpfung einer Lungenblutung ist die subcutane Anwendung des Secale cornutum am geeignetsten.

III.

Die Tracheotomie ist desshalb so oft erfolglos, weil sie gewöhnlich zu spät unternommen wird.

Geboren wurde ich, Franz Hermanns am 6. August 1846 zu Köln, woselbst mein Vater als Appellations-Gerichts-Secretär noch jetzt thätig ist. Meine Mutter Franziska, geb. Kuth, wurde mir leider durch allzufrühen Tod entrissen. Meine Confession ist die katholische. In meiner Vaterstadt besuchte ich das Gymnasium „am Marzellen", von welchem ich Herbst 1866, mit dem Zeugniss der Reife versehen, entlassen wurde, um mich in Bonn dem Studium der Medicin zu widmen. Daselbst verblieb ich fünf Semester, worauf ich mich an hiesige Hochschule begab. Während des Krieges mit Frankreich genügte ich meiner Militärpflicht als Unterarzt. Herbst 1871 kehrte ich nach Marburg zurück, um mich zum medicinischen Staatsexamen vorzubereiten, welches ich 1872 absolvirte. Das Examen rigorosum bestand ich am 2. August h. a.

Ich besuchte die Vorlesungen resp. Kliniken der Herrn Professoren Doctoren Beneke, Binz, Busch, Dohrn, Doutrelepont, Hüter, Landolt, Mannkopff, Nasse, Pflüger, Plücker, Roser, Rühle, M. Schultze, de la Valette, Weber, welchen Allen ich hiermit meinen Dank ausspreche.